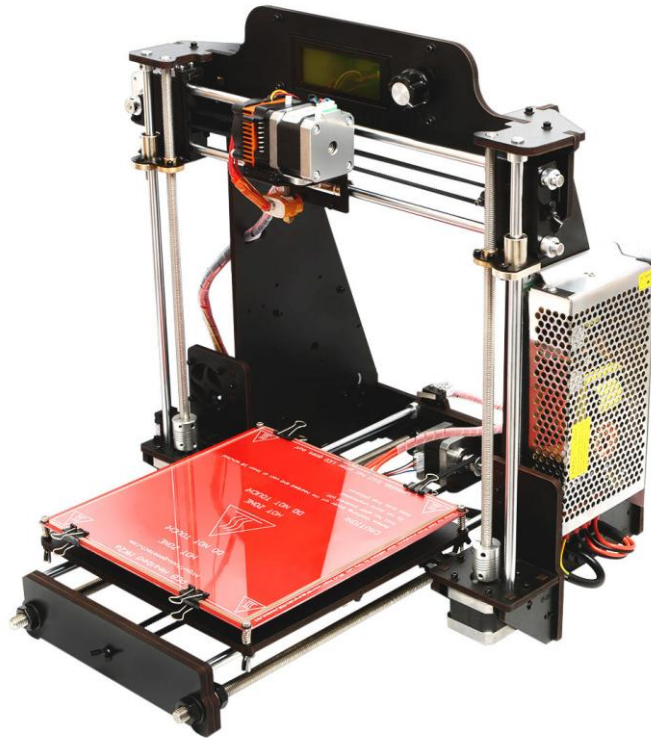


# Projecte de muntatge d'una impressora 3D i manual d'usuari:



**Grau:** E. Mecànica

**Convocatòria:** Primavera, 30/06/2020

**Estudiant:** David Asensio Aljama

**Director/a:** Montserrat Sanchez Romero

**Codirector/a:** Rafael Weyler



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH**

**Escola Superior d'Enginyeries Industrial,  
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa**

# Índex

Introducció.....	2
Abstract:.....	2
Declaració d'honor.....	3
Objecte del treball: .....	4
Abast del treball: .....	4
Requeriments del treball: .....	4
Utilitat del treball: .....	5
Desenvolupament: .....	5
Estat d'art del projecte: .....	5
- Historia:.....	5
- Característiques: .....	7
- Materials utilitzats: .....	7
-Tipologies d'impressora 3D: .....	8
Proposta de les possibles millores:.....	14
Comparació amb altres tecnologies:.....	21
- Geeetech Prusa I3 pro W: .....	21
-CTC A8:.....	22
-Tronxy X1: .....	23
-Taràntula pro: .....	24
-Geeetech Prusa I3 Pro B: .....	25
-Pxamlion Mini desktop:.....	26
Resum de resultats .....	28
- Conclusió de la impressora treballada:.....	29
- Estudi econòmic:.....	29
- Estimació del pressupost:.....	30
- Comparativa final:.....	30
- Elecció de la millor tecnologia de la comparativa: .....	31
-Línies futures: .....	32
Bibliografia.....	34

## Introducció

### Abstract:

En aquest projecte es realitzarà un muntatge d'una impressora 3D escollida per l'estudiant, complint amb els requeriments de que ha de ser una impressora de llit calent, FDM que pugui treballar amb les matèries primeres d'ABS i PLA.

S'analitzarà la utilitat dels elements que la componen, a més a més de realitzar un manual de muntatge. S'ha d'afegir que una vegada finalitzat el seu muntatge, es durà a terme un estudi del seu funcionament per tal de fer el manual d'utilització i manteniment.

Una de les parts interessants d'aquest treball és el fet d'aportar millores, en relació a la fase de muntatge, referint-se a formular propostes sobre realitzar canvis en alguns dels elements que conformen la impressora, per tal de facilitar el seu muntatge, millorar l'estabilitat de l'estructura o la resistència que aquesta pot oferir o bé per reduir el cost econòmic que l'aparell comporta.

D'altre banda, també es interessant fer un estudi un cop ja muntat, observant el seu funcionament, per tal de poder donar recomanacions per allargar la seva vida útil i altres millores que es puguin aportar un cop utilitzada.

Finalment, es durà a terme una comparativa entre diverses impresores que hi ha actualment al mercat amb unes prestacions i cost semblant a l'escollida, per tal de veure les característiques de cadascuna i fer una tria de la que seria la millor opció.

### **Objecte del treball:**

Com s'ha comentat anteriorment, es busca comprendre el funcionament d'una impressora 3D, tant mecànicament com electrònicament pel que fa el software que s'utilitza per treballar amb la màquina. A més a més de proposar possibles millores que es puguin incorporar al disseny actual i puguin representar un canvi en relació a característiques o bé en la funció que ha de realitzar.

D'altre banda, es durà a terme una comparativa entre diferents tecnologies d'impressió 3D i la que s'ha realitzat el muntatge. Fent referència a diferents camps, com poden ser: preus de les impressores, materials utilitzats, velocitats d'impressió, materials estructurals, energia necessària pel seu funcionament, ...

### **Abast del treball:**

Anteriorment s'han comentat els objectius del treball de manera general, en aquest punt es detallarà d'una manera més precisa que és el que s'ha dut a terme.

Primerament, s'ha escollit una impressora 3D que es pugui muntar a casa, per tant, sense la necessitat de tenir unes eines especialitzades a l'hora de realitzar el muntatge de la mateixa. El model ha sigut la tecnologia Geeetech Prusa I3 Pro W.

Seguidament, durant el muntatge i funcionament, s'apuntaran possibles errors que puguin aparèixer o observacions sobre la mateixa, per tal d'elaborar una proposta de millores respecte a aquests punts. D'altre banda, també es comentaran aspectes que puguin fer destacar l'impressora escollida.

Es realitzaran els manuals de muntatge i usuari conjuntament amb la construcció, posada en marxa i funcionament de la màquina (en el propi treball s'han utilitzat imatges del propi muntatge).

Per acabar, després d'haver tractat aquests punts, es durà a terme un anàlisi entre diverses tecnologies del mateix estil, amb preus semblants, per tal de poder observar les diferències que existeixen entre elles i fer una tria de la que podria ser la millor opció d'entre elles.

### **Requeriments del treball:**

Els requeriments d'aquest treball es basen en unes especificacions que ha de complir l'impressora que serà escollida per tal de realitzar el muntatge i comparativa amb altres tecnologies.

Es requerirà que sigui una impressora de llit calent, per tal de que el material imprès no es trobi amb un contrast elevat de temperatures entre la sortida de l'extrusora i la superfície del llit.

D'altra banda, es demana que els materials que aquesta pugui utilitzar per realitzar la impressió siguin els filaments ABS i PLA.

A més a més, es requereix que aquesta realitzi la seva funció principal mitjançant FDM (Fused Deposit Modelling) o “moldeig per diposició de material fós”. S'ha de dir que a part d'aquesta hi han altres tècniques d'impressió com SLA o estereolitografia i SLS o sinteritzat selectiu per làser que es comentaran pròximament.

### **Utilitat del treball:**

El treball que s'ha realitzat es molt adient per entendre com funciona aquest tipus de tecnologia que s'ha incorporat fa relativament poc temps. A més a més, dona una visió amplia sobre els tipus d'impressió que hi ha actualment, materials que s'estan utilitzant per dur a terme les seves funcions, tecnologies que hi han al mercat semblants a la escollida (de muntatge manual i econòmiques, sense grans prestacions).

Un aspecte més que s'ha de tenir en compte és que es podrà comprendre tot el procés de muntatge de la impressora, comportant doncs, entendre i observar l'importància de cada peça i element que la conforma.

Per tant, el treball permetrà donar un enfoc més proper a la nova tecnologia de la impressió 3D, de cara a la persona que el llegeixi o l'estudiï.

### **Desenvolupament:**

#### **Estat d'art del projecte:**

Es realitzarà un estudi acurat sobre la impressió 3D, mostrant les seves característiques, aplicacions, tipologies existents. Així com els avantatges i inconvenients que existeixen entre les diferents tècniques d'impressió.

- Història:

La tecnologia d'impressió 3D és una innovació recent que tot i estar desenvolupada i amb la possibilitat de crear una gran varietat d'objectes de complexa geometria amb materials difícils de processar o fins i tot edificacions habitables, encara està en un procés de desenvolupament i millores, les quals permetran en un futur poder optimitzar-la i inclús crear objectes que a l'actualitat són difícils de pensar que puguin ser creats.

Tot va començar al segle XIX, on van aparèixer els primers inicis d'aquesta tecnologia. El primer va ser una tecnologia d'escaner 3D mitjançant 24 càmeres desde diferents angles realitzant la foto a la mateixa vegada, per part de François Willème. (Impressora D3D, 2019)

Més tard, Joseph E. Blather va aconseguir desenvolupar mapes en 3D, fent servir tècniques semblants a les que s'utilitzen a l'actualitat amb les impressores.

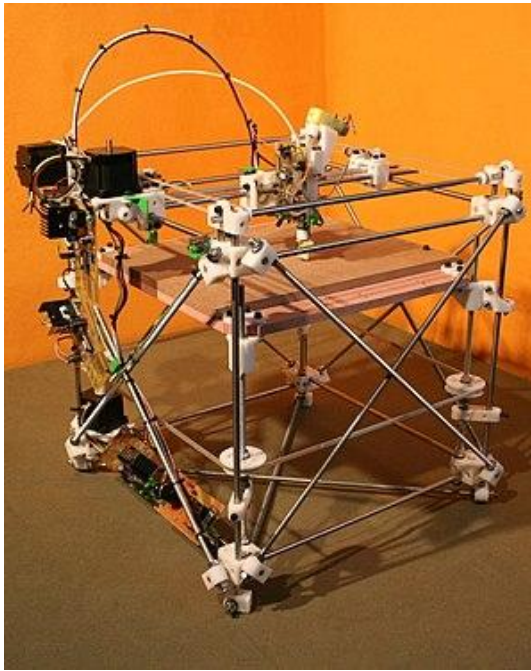
El segle XX, concretament la dècada dels 80, va ser quan es va obtenir el coneixement que en un futur permetria desenvolupar aquestes màquines. El fet va ser que Olivier de Witte, un expert en el treball amb làsers, va descobrir que certs líquids podien ser curats amb l'exposició a làsers. No obstant, posteriorment va estar plena de intents fallits al dur a terme el desenvolupament d'aquesta tecnologia.

A la segona meitat de la dècada dels 80, al 1984, Chuck Hull va desenvolupar l'estereolitografia (SLA), que va ser el primer tipus d'impressió 3D que va existir a l'història. Seguidament, Hull va fundar 3D Systems, sent la primera companyia d'aquest sector. En un futur, la mateixa companyia (any 1992) va treure al mercat la primera impressora que utilitzava aquesta tècnica. (Impresoras3D.com, 2018)

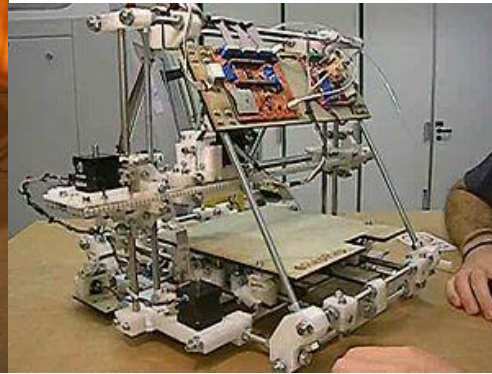
Tres anys més tard, al 1987, es va descobrir un sistema capaç de sintetitzar la pols de resina per tal de convertir-lo en sòlid, per part de Carl Deckard. Provocant el naixement de la tècnica SLS d'impressió 3D. No obstant, no va aparèixer al mercat fins al segle XXI, l'any 2006 (Impresora D3D, 2019).

La tercera tecnologia en aparèixer va ser la FDM al 1988, la qual actualment és una de les més conegudes. Els anys següents, entrant en el següent mileni, van seguir apareixent i creixent noves companyies dedicades al sector, ampliant els àmbits d'aplicació de la mateixa tecnologia.

A l'any 2005, va haver el projecte RepRap, per part de Adrian Bowyer, el qual proposava la primera impressora 3D de codi obert i autorreplicable (imprimir les seves propies peces per tal de crear nous models). No obstant, la Universitat de Cronwell, amb l'iniciativa Fab@Home, va aconseguir posar-la al mercat, permetent adquirir-la en centres d'estudi o en domicilis (Impresora D3D, 2019).



*Figura 1: RepRap version 1.0*



*Figura 2: RepRap version 2.0*

(Wikipedia, 2019)

Finalment, 2010 va estar marcat per la entrada definitiva de les impressores 3D als hogars.

#### - Característiques:

Per començar, en aspectes generals una impressora 3D és una tecnologia que te com a funció principal reproduir un objecte sòlid tridimensional mitjançant l'addició de material o amb altres mètodes. El disseny de l'objecte és realitzat mitjançant un ordinador.

El procés d'impressió de la tecnologia que s'ha escollit consisteix en afegir material fos per l'extrusora o extrusores sobre una plataforma (que pot ser un llit calent) des de la part inferior fins la part superior de l'objecte que s'hagi dissenyat.

No obstant, s'ha de remarcar que depenent de la tecnologia que s'utilitzi per imprimir, el procés variarà. També ho faran els materials amb els que es pugui treballar.

#### - Materials utilitzats:

A mesura que es van fent innovacions en l'àmbit tecnològic aquesta va acceptant una gamma més ampla de materials per imprimir els objectes o estructures.

S'ha de dir que als inicis de treballar amb aquesta tecnologia, només es podia treballar amb filaments plàstics com els que s'han utilitzat en aquest projecte com el ABS i PLA. No obstant, actualment la varietat de materials que es poden utilitzar és molt ampla.



Per començar, es parlarà dels termoplàstics (com els comentats anteriorment). Són els més comuns d'utilitzar per aquest tipus d'impressió, ja que una de les característiques que té referent al producte final és que el material, una vegada solidificat, serà molt dur i resistent. No obstant, no passa amb el cas del PLA, el qual la seva impressió es més ràpida que amb altres de la mateixa família però no presenta molta resistència.

D'altre banda, dintre d'aquesta família s'han desenvolupat filaments com Laybrick els quals dotarà de característiques especials al producte final, com més flexibilitat.

Seguidament, hi han filaments considerats com especials, com és el cas del TPU o Nylon. Fins i tot i han materials en forma de pols els quals es dipositen dintre l'extrusora perquè es fonguin per imprimir (també és sol utilitzat Nylon a més a més d'alúmina).

Les resines és un dels materials més limitants a l'hora de ser utilitzats per aquesta aplicació, per aquest motiu, és un dels menys utilitzats per la impressió 3D. Concretament aquesta ofereix una flexibilitat i resistència limitades (classificades en 3 categories depenent del disseny que es durà a terme: resines d'alt nivell de detall, resina pintable i resina transparent).

Continuadament, el metall és un dels materials més usals en aquest tipus d'impressió, encara que va necessitar més temps per ser utilitzat que els plàstics com l'ABS i PLA. El producte realitzat a partir d'aquest material s'obté mitjançant un procés anomenat sinterització làser de metall directe o DMLS.

Els materials que pertanyen dintre de la família dels metalls que poden ser impresos són: acer inoxidable, bronze, or, níquel, alumini o titani.

Finalment, es poden utilitzar materials com fibra de carboni (per reforçar el plàstic), grafit (amb molt bona resistència i conductivitat), el nitinol (com material comú en implants mèdics) o bé el paper (per realitzar prototips més realistes que dissenys plans) (Tresdpro, 2019).

-Tipologies d'impressora 3D:

-FDM:

Les sigles signifiquen Fused Deposition Modeling, que en català significa Modelat per Deposició Fosa. Com el seu propi nom indica el funcionament és mitjançant l'extrusió del filament que en la majoria de casos és de plàstic. (Bitfab, 2020) (Tecnycopia, 2018)

Avantatges:

-Poden produir peces d'alta resistència mecànica, tèrmica i química.

-Barates i senzilles d'utilitzar.

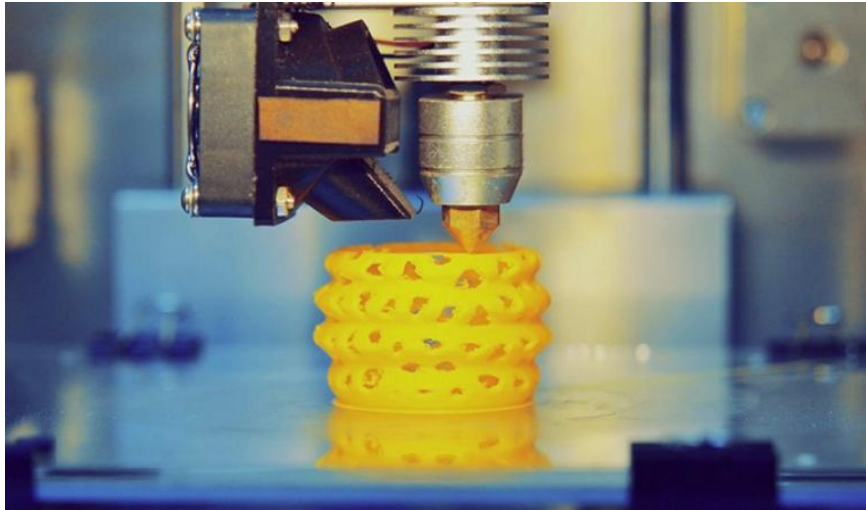


-Producció econòmica (filament barat).

Inconvenients:

-El procés és més lent que amb la estereolitografia (es veurà a continuació).

-Menys varietat de materials.



*Figura 3: Tecnologia FDM*

-SLA o estereolitografia:

Es tracta de la tècnica d'impressió més antiga que existeix. Per tal de realitzar la seva funció, es basa en el principi de foto-polimerització, el qual a partir d'un tanc de resina foto-polimèrica i un raig làser UV que va dibuixant les diferents formes, es conformarà la peça final. Funcionen amb excés del líquid que s'endureix passat un determinat temps.

Finalment, per acabar el procés cal netejar la peça en dissolvent i col·locar-la dintre un forn ultraviolada augmentant la resistència del material. (Bitfab, 2020) (Tecnycopia, 2018)

Avantatges:

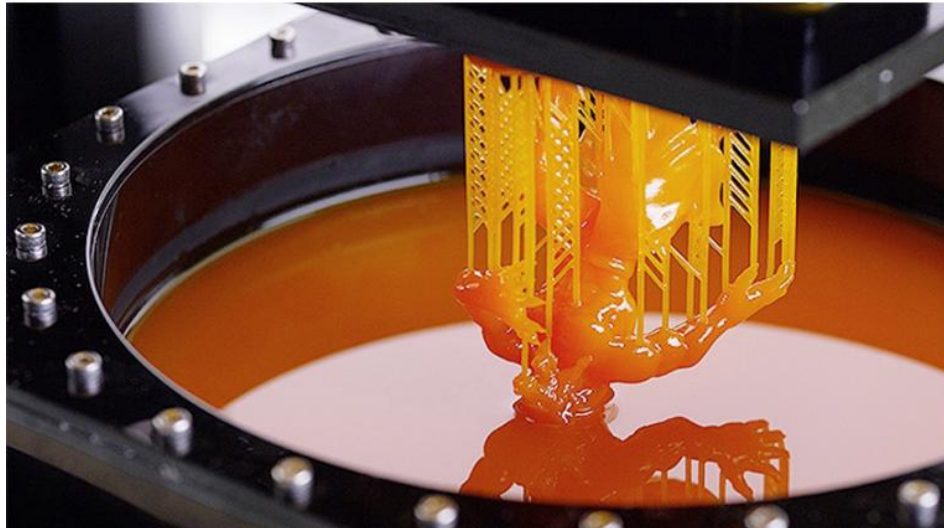
-Bon acabat de la peça sense necessitat d'un processat posterior.

-Amplia varietat de materials per imprimir: materials biocompatibles, esterilitzables, flexibles, transparents, òptics,...

Inconvenients:

-Necessitat de netejar i curar les peces per que s'endureixin després de la seva impressió.

-Necessitat de l'estació de rentat i curat de la peça. (Impresoras3D.com, 1970)



*Figura 4: SLA o estereolitografia. (Restrepo, 3D natives, 2017)*

-DLP:

El nom de la tecnologia significa Processament Digital de Llum (“Digital Light Processing”). És una tècnica molt semblant a la SLA, amb la única diferència de que la llum UV que utilitza és creada per un projector o focus LED conjuntament amb una pantalla per dibuixar la imatge de la capa sobre el tanc de resina. (Bitfab, 2020)

#### Avantatges:

- Més econòmica que la SLA.
- Pensada pel ús domèstic i no tant especialitzat.
- Bon acabat i un ventall de materials ampli per ser utilitzats.

#### Inconvenients:

- Requereixen d'un espai per netejar i curar les peces resultants del procés.
- Menor resistència a les altes temperatures que SLS.

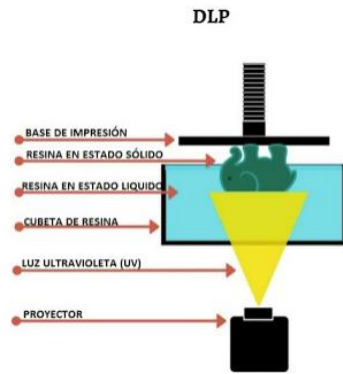


Figura 5: Tecnologia DLP. (IngenioTriana blog, 2018)

-SLS, peces de pols de Nylon:

Les sigles signifiquen "Selective Laser Sintering" que en català es tradueix com Sinteritzat Selectiu per Làser.

El seu funcionament també és semblant a la tecnologia SLA. No obstant, el làser és utilitzat per sinteritzar (fusionant el material) un llit de pols de polímer, el qual normalment sol ser Nylon.

D'altre banda, és una tècnica molt utilitzada a la indústria, laboratoris, centres d'investigació,... (Bitfab, 2020) (Tecnycopia, 2018)

#### Avantatges:

- Es poden imprimir peces amb geometries complexes.
- Possibilitat d'imprimir parets primes, canals ocults o buits en peces.
- Bones propietats de resistència a altes temperatures i impactes. (Impresoras3D.com, 1970)

#### Inconvenients:

- Preu elevat.
- Malbaratament d'un 30% del material utilitzat.

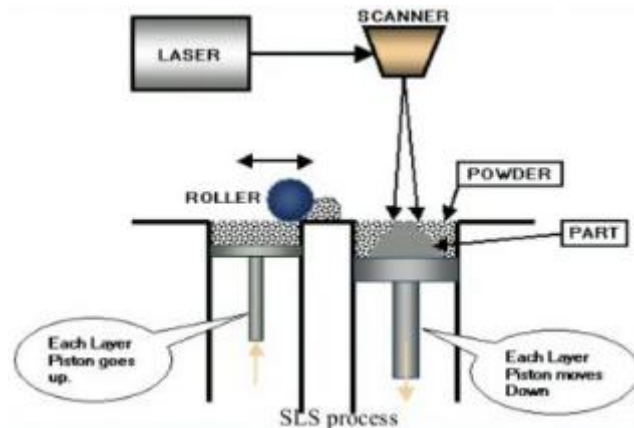


Figura 6: Impressió SLS (Replicant 3D, 2016)

-SLM, impressió 3D de metall:

Les sigles signifiquen "Selective Laser Melting", que traduït vol dir Fusió Selectiva per Làser. És considerada un tipus provinent de la tecnologia SLS, ja que el procediment es el mateix.

Com la SLS, un laser UV irradia la superfície amb pols metàl·lica, fonent el material i donant-li la forma desitjada. (Bitfab, 2020) (Tecnycopia, 2018)

#### Avantatges:

- Peces complexes i petites.
- Peces úniques o amb propietats especials.
- Permet generar peces metàl·liques amb bones propietats mecàniques.

#### Inconvenients:

- Costos alts relacionats amb el material i fabricació.
- Dimensions de construcció limitades.

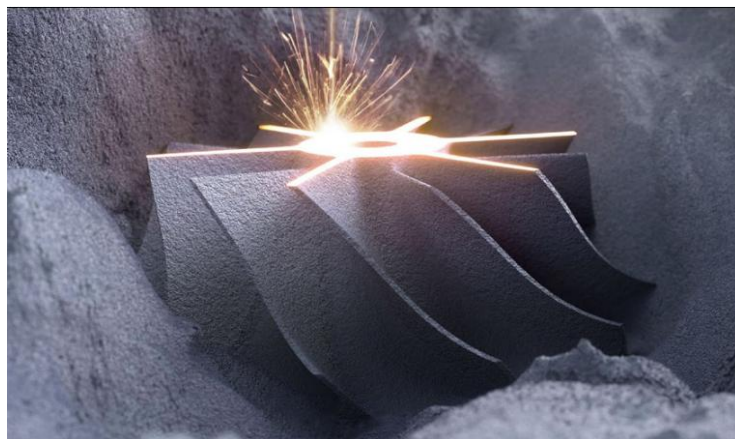


Figura 7: Impressió SLM. (Restrepo, 3D natives, 2019)

-Impressores d'injecció aglutinant, Binder Jetting (BJ):

Aquesta tecnologia utilitza cartutxos que projecten un aglutinant sobre un llit de pols del material que volem fer servir per fabricar les peces. La seva manera de funcionar pot recordar a la impressió tradicional en 2D que es realitza en paper (Bitfab, 2020).

#### Avantatges:

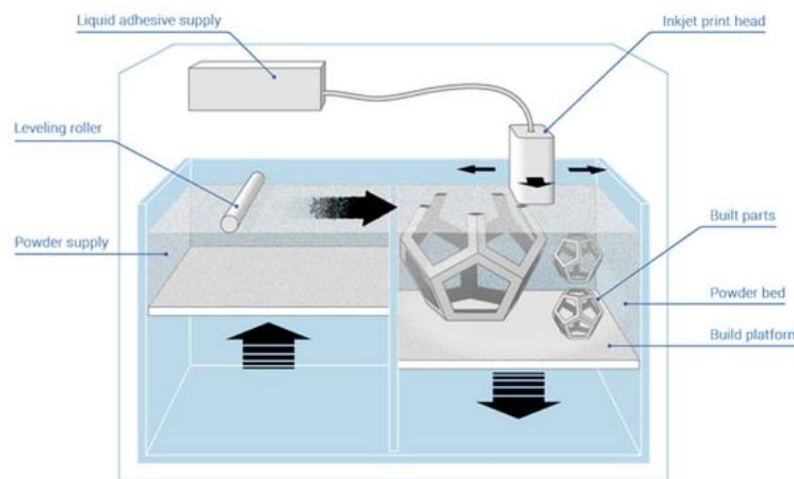
-Procés ràpid i econòmic.

-Permet realitzar dissenys complets i amb cert grau de complexitat amb un espai reduït de temps.

-Pot utilitzar metall, sorra, plàstic o ceràmica (ventall ampli de possibilitats).

#### Inconvenients:

-Pensat per sectors industrial, no és d'utilització domèstica.



*Figura 8: Impressió Binder Jetting. (C., 2019)*

-LOM:

Les sigles signifiquen "Laminated Object Manufacturing". És un procés que utilitza diferents capes del material d'interès i després es fonen juntes a partir de pressió i calor. Tot seguit es talla amb un laser controlat per ordinador per tal de donar la forma desitjada. (Tecnycopia, 2018)

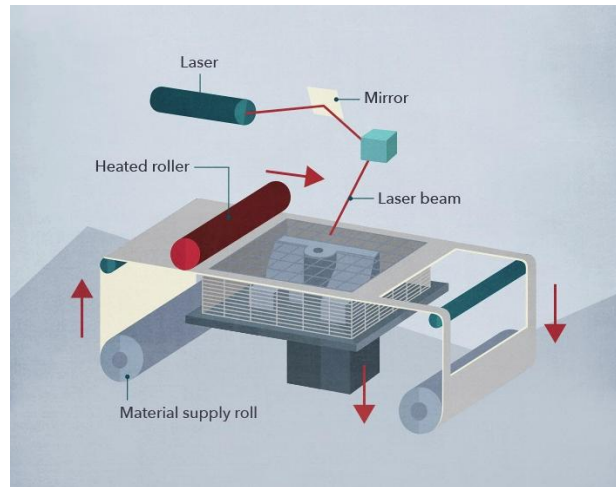
#### Avantatges:

-Amplia varietat de materials a utilitzar.

-Mètode més econòmic que altres i ràpid.

### Inconvenients:

-No es gaire coneguda.



*Figura 9: Impressió LOM.*

### **Proposta de les possibles millores:**

Després d'haver realitzar el muntatge de l'impressora Geeetech Prusa I3 pro W (mitjançant les instruccions de muntatge adjuntes als annexes) i haver comprovat la funcionalitat dels components que incorpora la mateixa, els materials que han sigut utilitzats, software i manera de funcionar, s'ha pogut observar que es poden incorporar certes millores al model actual.

### **-Estructura:**

El material que es utilitza en major proporció per aquest model d'impressora 3D és la fusta, com a element estructural. En aquest cas s'ha vist que altres models de la mateixa companyia utilitzen tant materials plàstics com metàl·lics per a la mateixa funció.

Evidentment, el preu variarà en funció del material que s'utilitzi per a la construcció de la màquina, elevant-se més en el cas del metàl·lic. La fusta, tot i que es una opció barata i adient, ja que pot ser bastant estable durant la impressió i economitza bastant el preu final de la tecnologia, comporta una sèrie de problemes durant la construcció, que si no es va en compte pot suposar possibles errors d'impressió futurs.

Primer de tot, en una gran varietat de peces s'hauran d'utilitzar cargols femella quadrats, els quals aniran encaixats en unes ranures de fusta (pensades per aquesta mateixa funció). En més d'una ocasió es pot presentar el cas de que les parets d'aquestes ranures no siguin lo suficientment fortes per suportar els esforços que produeixen aquests cargols femella, pel que podrà suposar una escletxa al material. En altres casos, es podrà produir una trencadissa de material, impossibilitant utilitzar el cargol com a element de fixació entre la estructura de fusta i altres elements.

Finalment, pot ocórrer un cas menys perillós per la màquina però que s'ha de tenir en compte per la pròpia estètica de la mateixa, i es tracta de que pot saltar la última capa de fusta, fent saltar a la mateixa vegada la pintura de la fusta.

Com a solució, com s'ha comentat anteriorment, seria adient utilitzar un material plàstic per la mateixa estructura (com incorporen altres models de la marca), ja que així evitariem aquest problema a costa de perdre una mica d'estabilitat a la pròpia impressió. S'ha d'afegir que es podria solucionar aquest problema en la majoria de casos mitjançant la utilització de contrapesos incorporats a la pròpia estructura realitzant un petit estudi.

També pot ser interessant utilitzar metall com a element estructural, no obstant, el preu es pot elevar respecte al d'una impressora que no l'utilitzi

Finalment, es veurà més endavant que el fet d'incorporar altres materials plàstics com a element estructural no suposarà un canvi notable de preu, per tant, es una millora a considerar pel model amb el que s'ha treballat.

#### -Pintura estructural:

Com s'ha comentat anteriorment, el material estructural de la impressora estudiada i muntada és la fusta, pintada amb una pintura negra.

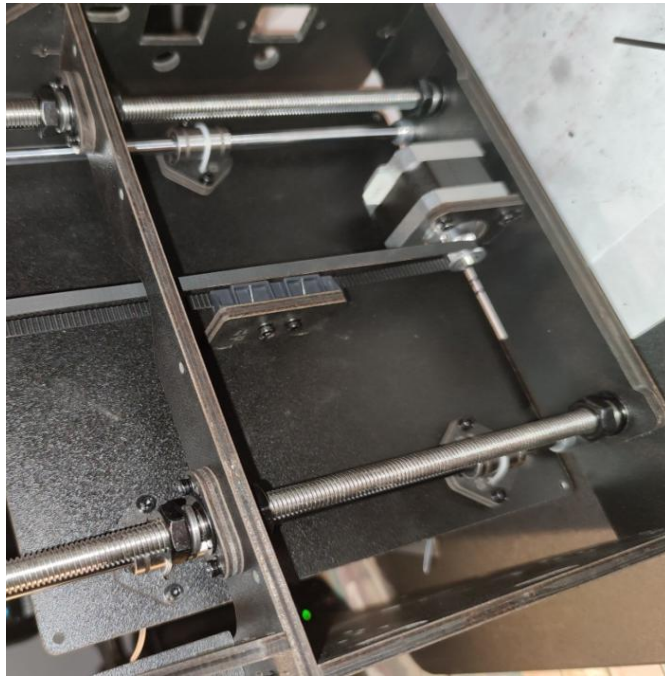
Un dels majors inconvenients que aquesta tecnologia ha comportat ha sigut la pintura. A l'hora de realitzar el muntatge, qualsevol contacte amb les peces de fusta negres suposava tacar-se, el mateix passava quan la fusta entrava en contacte amb altres materials que fossin d'un altre color.

Si hi ha un aspecte a millorar és l'elecció de la pintura a utilitzar per aquestes peces, tenint un ampli ventall de colors per escollir que puguin donar una estètica igual o millor a la que es té en el propi model.

El punt tractat anteriorment (sobre el material estructural) també afecta aquest, i es que si es realitza una estructura de plàstic, s'evitarà aquest problema. Aquest fet es degut a que es poden afegir tints al plàstic a l'hora de fabricar el producte, obtenint el color desitjat sense la necessitat d'haver de fer un pintat posterior.

S'ha de comentar, que altres variants d'impressora 3D, tant d'aquesta mateixa marca com d'altres (que es veuran en un futur), consten d'un plàstic estructural sense tintar. També és una bona opció ja que s'aconseguirà reduir el cost de producció, utilitzant menys elements (encara que no serà una reducció notòria del preu) i a més a més, ajudarà a l'aspecte de facilitar la visibilitat durant la construcció de la màquina.





*Figura 10: Imatge de la part inferior de l'impressora estudiada.*

#### -Visibilitat durant la construcció:

Com s'ha comentat al final del punt anterior, la visibilitat es un aspecte important a l'hora de realitzar el muntatge de la pròpia impressora.

El model escollit al ser de fusta i, a més a més, estar pintat de color negre (podria ocórrer amb altres colors foscos), alguns punts del muntatge resulten més complicats del que podrien arribar a ser. Com per exemple quan s'està construint el marc, utilitzant els cargols femella quadrats per unir les diferents peces, o bé, quan s'està treballant amb el cablejat podent portar problemes el fet de que no hi hagi visibilitat.

Aquest problema pot ser solucionat gràcies a incorporar un material plàstic que no sigui opac com a material del marc i la resta d'elements de fusta. A part de que facilitaria el muntatge en els punts anteriorment comentats, també seria interessant de cara a l'aprenentatge. Referit a que pels estudiants o persones que els interressi aquestes tecnologies, pot ser de gran ajuda el fet de poder observar amb més facilitat com estan units els elements i com està muntat tot el circuit de cables, cosa que serà més difícil en el cas de la Geeetech prusa i3 pro W.

-Seguretat del cablejat durant la impressió i/o transport:

Un aspecte a comentar de la impressora treballada és el fet de la desprotecció d'alguns cables a l'hora de transportar l'impressora o bé de realitzar la seva funció principal.

Els cables dels sensors, o els dels motors (per exemple), mostren certa debilitat, i és possible que durant algun transport de la màquina es puguin veure malmesos, ja que poden quedar desprotegits quedant per fora de l'estructura.

D'altre banda, durant l'impressió, hi han alguns cables (com els del llit calent o els de potència que travessen per l'interior de l'estructura) que impedeixen un recorregut complert de la plataforma en l'eix que li pertoca (si no es vigila la seva situació). A més a més, l'usuari ha de tenir en compte en la disposició del cablejat de l'extrusora, ja que com aquesta presentarà moviment, s'els hi ha de donar cert marge perquè no siguin un impediment a l'hora de maniobrar.

Una possible solució a aquest problema seria habilitar una estructura, ja sigui de plàstic o fusta, per la qual es puguin fer passar els cables, assegurant la seva pròpia seguretat. També podria ser adient canviar la disposició de la taula de control, per tal de que les connexions de l'extrusora no comportin certes limitacions a l'hora de realitzar l'impressió.

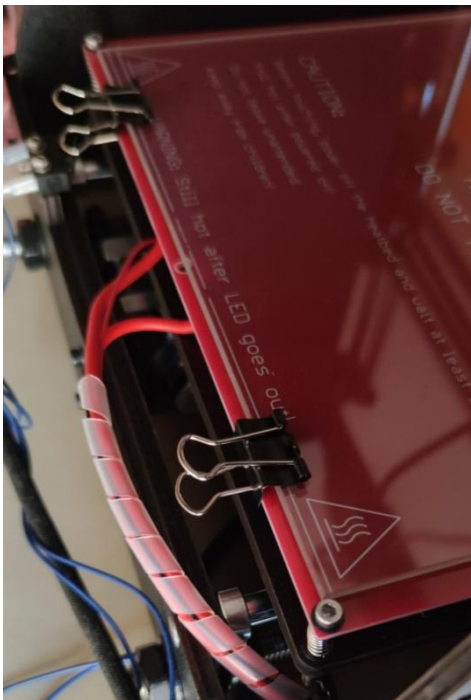


Figura 11: Cablejat del llit calent.

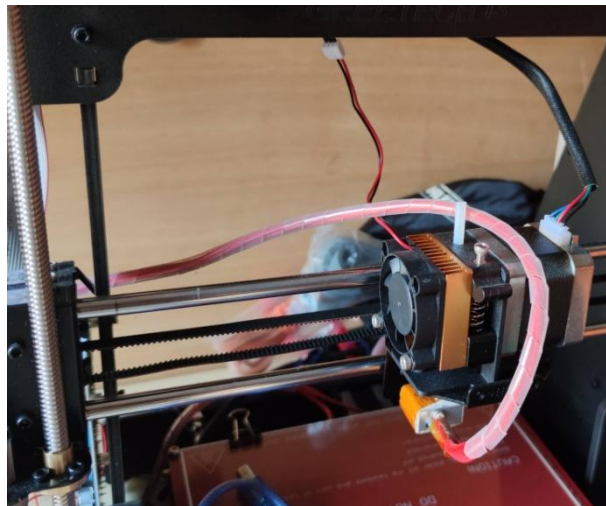


Figura 12: Cablejat de l'extrusora.

-Extrusor:

Com es pot observar, l'impressora Geeetech prusa I3 pro W disposa d'una extrusora amb un únic capçal, actualment moltes impressores del mateix estil també compten amb un de sol.

No obstant, cada vegada es més habitual veure la presència de extrusores amb capçal doble. Aquest fet comportaria diversos avantatges enfront un únic.

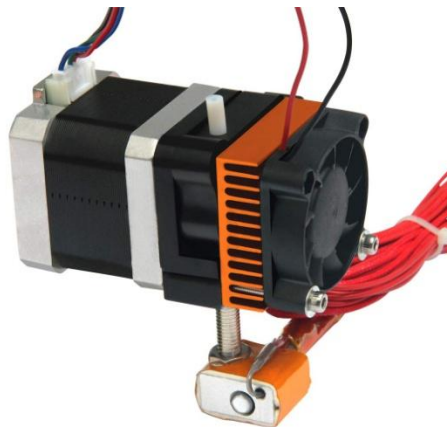
Si es disposa d'un doble capçal es possible dipositar i fondre un fil de plàstic a traves dels dos, sense aturar la màquina ni haver de programar talls d'impressió. En altres paraules, es possible extreure material fos de dos materials diferents al mateix temps.

Podrà fer-se gràcies al programa que utilitzarà l'impressora, indicant que es disposa de dos broquets i per tant, quan el model 3D requereixi un canvi de material només s'haurà d'utilitzar l'orifici que sigui convenient.

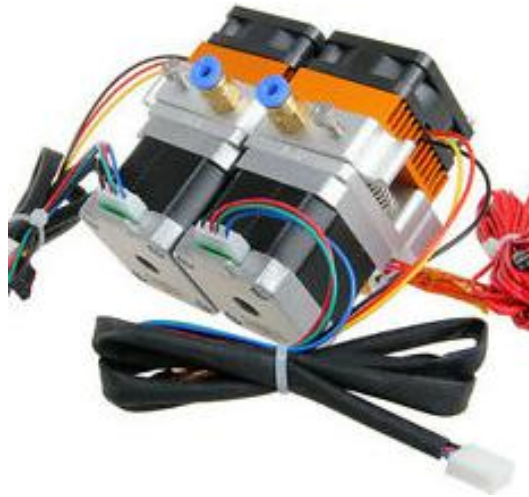
Com es pot intuir, el fet d'incorporar-ne dos implica un estalvi de temps i energia al no haver d'escalfar l'extrusora cada vegada que es carrega de material. D'altre banda, és útil de cara a que si hi ha un possible embús o falta de neteja a un dels broquets, es pot utilitzar l'altre per no parar la impressió.

No obstant, s'ha de tenir en compte que la velocitat d'impressió serà la mateixa que la d'un únic capçal. També, un fet important és que els diferents extrusors comparteixen el mateix capçal d'impressió, implicant que no es poden moure de manera independent l'un respecte de l'altre. Per tant, només es pot imprimir peces en un mateix espai dimensional i coordenades de l'altre extrusor. Tot i que existeixen models amb extrusors separats, el preu ja s'eleva molt més.

Per acabar, cal recalcar que els broquets han d'estar perfectament alineats ja que una possible desalineació pot provocar futurs errors d'impressió i aplicació del material fos sobre l'espai a imprimir. (Kilo3Dental, 2016)



*Figura 13: Extrusora Geeetech prusa I3 pro W. (Amazon)*



*Figura 14: Extrusora doble Makerbot Prusa I3. (Amazon, 2020)*

#### -Rodaments del carro extrusor:

Tant la tecnologia estudiada, com la resta que hi ha al mercat (del mateix estil, referit a que són per realitzar el muntatge a casa, sense necessitat d'utilitzar un equip d'eines amb materials i matèries específiques o que ja estigui pre-muntada) utilitzen rodaments.

En alguns casos, s'ha pogut observar que la qualitat d'aquests no acaba de ser la acceptada o la que podria arribar a ser si estiguessin en les millors condicions. Referit a que durant el muntatge, hi ha la possibilitat de que quan s'estigui fent passar una vara (tant roscada com llisa) pel seu interior o una altre peça, es travi.

S'ha de tenir compte amb aquest cas ja que si no es lubrica la superfície de la vara o material a introduir, o s'introdueix ràpid i aplicant més força de lo normal, els elements rodants poden saltar de la seva ranura.

Aquest fet implicaria que la capacitat de lliscar del mecanisme que anés subjecte al rodament disminuiria en relació a quants elements s'hagin perdut. A més a més, sense un equip especialitzat seria molt difícil tornar-les a introduir a les seves respectives ranures, comportant a que l'última alternativa possible sigues el fet de comprar-ne un de nou.

Una bona solució seria millorar la qualitat d'aquests mateixos o be incorporar uns rodaments de polímer, que permeten dur a terme la seva funció amb l'absència de lubricant.

En comparació als estàndar, són més difícils de muntar, no obstant, són més silenciosos, es poden evitar els problemes ja comentats i a més a més el seu preu no dista gaire dels normals. (Bitfab, 2020)



*Figura 15: Rodament lineal del carro extrusor.*

#### -Lubricació:

A l'apartat anterior s'ha comentat un aspecte relacionat amb la lubricació i aquest model d'impressora 3D.

El fet és que per si sola, l'impressora en funcionament no es tot lo eficient que podria arribar a ser, una de les causes és la falta de lubricació i tria de peces que s'han escollit per formar el conjunt de la tecnologia. Anteriorment, s'ha comentat el fet d'utilitzar rodaments de polímer per tal de facilitar els moviments que aquesta ha de realitzar durant la seva funció.

No obstant, es cert que si no es disposa del pressupost per adquirir-los o l'usuari no veu necessari haver d'adquirir uns rodaments nous, una solució adient per tal de poder seguir utilitzant la tecnologia intentant mantenir una eficiència adequada és mitjançant la lubricació amb productes ideats per aquesta funció.

#### -Protecció de les connexions elèctriques:

Després d'haver realitzat el muntatge de l'impressora 3D, s'han analitzat les diferents parts que la componen, i tot i que la majoria de models del mateix estil que la escollida, la disposició de les connexions elèctriques que presenten són semblants, estan desprotegides.

Es habitual veure recomanacions que adverteixen el fet de tenir compte amb la zona de connexions, deixar fora de l'abast de nens, no deixar la zona de la que es parla en un lloc on toqui el sol o hi hagi excessiva temperatura, etc...

En aquest cas, es podrien estalviar algunes de les recomanacions si es dissenyés una caixa o tapa que previngués alguns d'aquests riscos, assegurant un correcte funcionament de la mateixa i un cicle de vida que no es vegi tant reduït com es podria donar en el cas amb les pitjors condicions com a variables.

Aquest mateix fet també ocorre amb el panell PLC, el qual no està lo suficientment protegit que hauria d'estar. Provocant que en alguna de les situacions comentades anteriorment es pugui veure afectat negativament.

Per acabar, l'inconvenient que es podria observar seria que dificultaria en poca proporció al manteniment de l'impressora. No obstant, no es un desavantatge tant gran com per descartar aquesta opció, ja que te prioritat la seguretat que pot aportar a la estructura i sistema.

### **Comparació amb altres tecnologies:**

Per tal de poder avaluar les diferents tecnologies del mercat disponibles per un cost semblant a la escollida, es realitzarà un estudi d'aquestes en relació al seu cost, materials, rapidesa, espai d'impressió, etc...

#### **- Geeetech Prusa I3 pro W:**

Es tracta de la impressora escollida per realitzar aquest treball i poder observar com es munta i treballa una tecnologia d'aquest estil.

Per començar es tracta d'una màquina amb unes dimensions d'empaquetatge de 45 x 44 x 41 cm, amb un pes net d'uns 7,56kg. Es pot dir que te unes mides estandarditzades, ja que n'hi ha d'altres del mateix estil a la proposada amb dimensions notablement diferents.

L'impressora admet únicament tres tipus de material d'impressió, aquests son l'ABS, PLA i finalment, flexible PLA. D'altre banda, per funcionar té una entrada d'electricitat de 110V o 220V (depenent de la impressió que es vulgui portar a terme). A més a més compta amb un panell LCD.

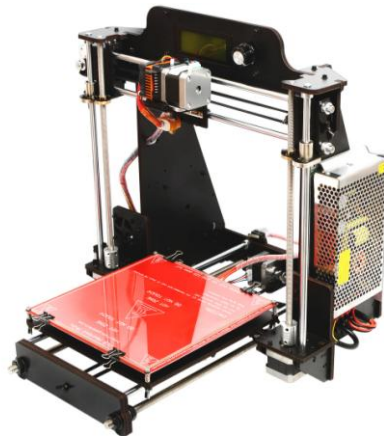
Seguidament, compta amb connectivitat Wi-Fi, USB i targeta SD, permetent una ventall ampli per poder ser utilitzada. A part de que utilitza el software de control EasyPrint 3D, un sistema ben valorat per imprimir.

L'impressora realitza una impressió de qualitat, amb un acabat de superfície llisa i una estructura de l'objecte imprès que provoca que tingui una vida útil més llarga que altres productes. També s'ha de comentar que tot i que anteriorment, s'ha esmentat que la fusta pot portar desavantatges, també aporta una característica interessant i és el fet de que permeten una impressió estable, sense vibracions que puguin empitjorar la qualitat d'impressió.

El volum d'impressió es 200 x 200 x 180 mm i la velocitat 100mm/s.

Finalment, el preu d'aquesta impressora es 160 euros.





*Figura 16: Geeetech Prusa I3 pro W. (Banggood)*

**-CTC A8:**

És una impressora de la marca CTC, la qual pesa 8.24kg amb unes dimensions d'empaquetatge de 51,1 x 42,7 x 21,6 cm, amb un preu de 120 euros.

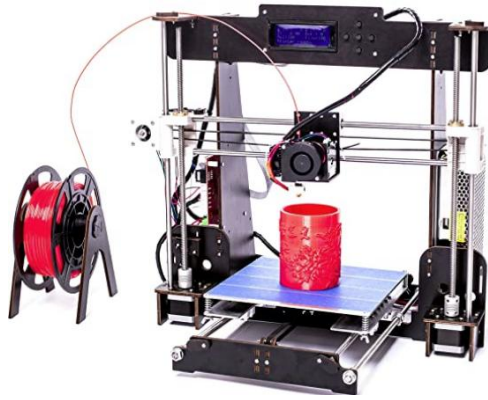
Per començar, aparentment es semblant a la escollida per aquest treball, ja que compta amb un sistema semblant de moviment en els tres eixos, a més a més de comptar amb una estructura de fusta similar a la Prusa I3 pro W. Aquest fet dotarà a l'impressora de propietats semblants en relació a l'estabilitat durant la impressió encara que en contrapartida, proporcionarà alguns dels desavantatges que presentava la estudiada.

El model pot imprimir amb els materials ABS, PLA i HIP, a part de que té unes entrades d'electricitat exactament iguals al model estudiat, sent de 110V i 220V depenent de l'aplicació. També es pot veure a la imatge que compta amb un panell LCD.

D'altre banda s'ha de tenir en compte la velocitat d'impressió que es 40-120mm/s i el volum d'impressió 220x220x240mm.

No obstant, sembla que varies opinions observades a diverses pàgines de compra podrien indicar que aquesta tecnologia no realitza la funció correctament. Hi han problemes amb els cables, components que presenten males soldadures, algun problema en les dimensions de les peces a l'hora de realitzar el muntatge o el propi funcionament de la màquina.





*Figura 17: CTC A8. (Amazon, 2018)*

#### -Tronxy X1:

Per començar, es tracta d'una impressora de la marca Tronxy, amb un pes 3.5kg i les dimensions del paquet 35.7x33.7x15.2cm amb un preu d'entre 110 a 120 euros. Aquesta impressora com totes les que s'estan estudiant no venen pre-muntades, es compra el producte per muntar la màquina un cop adquirida i obtinguda al domicili o empresa.

D'altre banda, suporta PLA i ABS com a filaments per la impressió 3D. La Tronxy X1 permet utilitzar targetes SD com la impressora que s'ha escollit per realitzar el muntatge, per poder imprimir sense connexió, quan no es disposa d'un ordinador. A més a més compta amb pantalla LCD.

A diferència de la resta de tecnologies estudiades fins ara, la seva estructura es d'alumini, dotant al producte de més lleugeresa, com es pot observar amb el valor del pes. També s'ha de comentar que aporta més rigidesa i força a l'estructura, no obstant, en el cas de l'alumini, l'estabilitat durant la impressió dependrà més de com sigui l'estructura que no del propi material (s'ha de remarcar que en els casos de la fusta també es un aspecte a tenir en compte, no obstant, pel propi material l'estructura ja té una bona estabilitat).

Un aspecte a comentar és la seva velocitat d'impressió, que pot ser de 40 a 120mm/s, a part, pot funcionar amb 110V i 220V. Finalment, té un volum d'impressió de 150x150x150 mm.



*Figura 18: Tronxy X1. (Banggood)*

-Taràntula pro:

Per començar, aquesta màquina pesa 6.5kg i ocupa unes dimensions de 434x333x504 mm. S'ha de dir que és l'impressora que més pesa d'entre totes les que s'ha realitzat l'estudi fins ara.

D'altre banda, té una velocitat màxima d'impressió de 150mm/s i un volum de construcció de 235x235x250mm, sent també la tecnologia amb el major valor fins ara. Permet imprimir amb material PLA, ABS, PETG, fusta, PVA i filaments flexibles (amb l'extrusor de metall).

Pel que fa al voltatge, treballa amb valors de 220V i 250V, admetent també una targeta SD o USB. Incorpora pantalla LCD.

El material constructiu es l'alumini, aconseguint les propietats comentades amb l'anterior tecnologia. No obstant, a la plataforma (base) i en tots els suports hi ha aliatge d'alumini (color verd), el qual proporcionarà a l'estructura més resistència respecte el seu model anterior, que en comptes d'aquest material estava present el plàstic acrílic negre, que podia ocasionar problemes de fragilitat a l'estructura.

Finalment, el preu d'aquesta impressora és d'aproximadament 200 euros, sent la més cara fins ara.



*Figura 19: Tarantula pro. (Amazon)*

-Geeetech Prusa I3 Pro B:

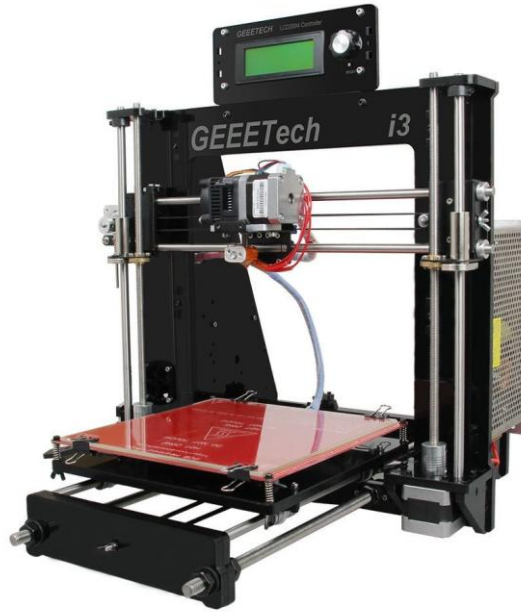
Per començar es tracta d'una tecnologia de la mateixa empresa que la que s'ha realitzat, amb un disseny semblant i característiques semblants. Aquesta utilitza els materials ABS i PLA per tal de realitzar les impressions 3D.

Referent al volum d'impressió, té el mateix volum que la Geeetech Prusa I3 Pro W, que és de 200x200x180mm, amb una velocitat d'impressió de 40-120mm/s.

D'altre banda un aspecte a tenir en compte respecte l'impressora analitzada és el material estructural. L'estudiada estava formada per un cos de fusta pintat de negre, mentre que aquest model consta d'un cos acrílic, que pot ser de color negre o transparent (aportant certs avantatges com s'ha comentat en l'apartat de millores.

L'impressora pot treballar amb un voltatge (input) de 110V i intensitat de 1.5A o bé 220V amb 0.75A. A més a més, pot utilitzar el mateix sistema d'impressió EasyPrint3D que el seu mateix model estudiat.

Per acabar, el cost d'aquesta impressora pot variar des dels 160 euros fins a 300 depenent del lloc de compra.



*Figura 20: Geeetech Prusa i3 Pro B. (E-ika)*

-Pxamlion Mini desktop:

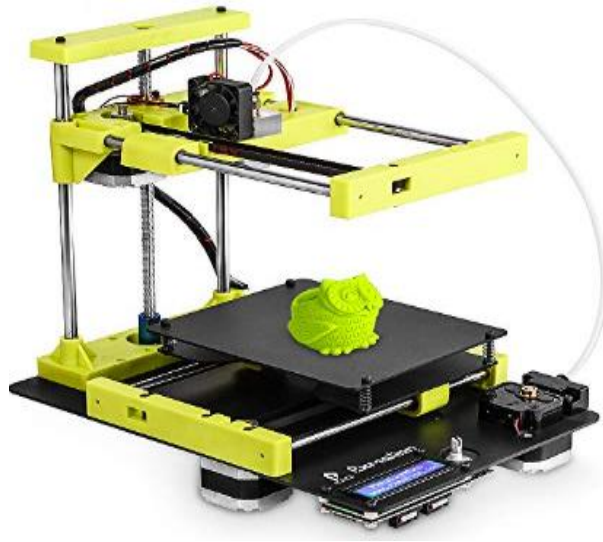
L'impressora actual es la més barata de les que s'ha realitzar l'estudi per poder fer la comparativa, amb un cost de 100 euros. Aquest fet es degut a que és d'unes dimensions més reduïdes que la resta.

El seu pes net és de 3.8kg i el volum d'impressió que aquesta tecnologia té es de 120x120x150 mm.

Es pot observar a la imatge inferior que el seu material constituent no és la fusta com altres models, sinó que és l'alumini, a més a més de comptar amb una pantalla acrílica. La plataforma és una fulla d'acer inoxidable.

D'altra banda, relacionat amb aspectes elèctrics el voltatge d'entrada al que pot treballar és de AC100-240V. A més a més la velocitat d'impressió que la tecnologia té és de 60mm/s com a màxim.

Finalment, a diferència de la resta d'impressores que s'han estudiat, aquesta impressora només permet un tipus de filament per poder realitzar la seva tasca, el qual es tracta del material PLA.



*Figura 21: Pxamlion Mini desktop. (Amazon, 2019)*

## Resum de resultats

### - Conclusió de la impressora treballada:

Per començar, pel que fa el muntatge de la Geeetech Prusa I3 Pro W no és complicat si es segueixen les instruccions al peu de la lletra, no obstant, és un procés llarg. S'ha de tenir en compte de no equivocar-se amb el número de peça durant el muntatge, ja que en alguns casos podria suposar que faltessin peces en una futura etapa del procés o poguessin haver errors d'impressió, fins i tot perill de que la estructura es desmunti.

Pel que fa l'estructura, com s'ha comentat anteriorment no és la millor opció possible entre les de les impressores que hi han al mercat. Ja que a part de que no és tot lo consistent i rígida que podria arribar ser amb un altre material, la pintura que ha sigut escollida per aquest model genera una gran molèstia a l'hora de muntar-la.

D'altre banda, és cert que s'ha comentat que el fet d'incorporar un doble extrusor seria una bona opció, però després d'haver realitzat l'estudi d'alguns dels models d'impressora que hi ha al mercat amb característiques i preu similar a la treballada, tampoc l'incorporen a part de que elevaria el preu de la màquina (si aquesta l'incorporés).

S'ha de comentar que un aspecte positiu a remarcar d'aquestes impressores de muntatge manual és la possibilitat de introduir peces que puguin millorar la màquina. També canviar algun component, amb relativa facilitat, en el cas de fallida o bé buscar canviar el funcionament de la mateixa amb l'adició o canvi de peces.

Un altre aspecte que s'ha vist és que la impressora Geeetech amb la que s'ha treballat no és la millor en relació a característiques i eficiència respecte a les que hi ha al mercat actualment. Té un volum i velocitat d'impressió acceptables, encara que per un preu semblant es poden obtenir altres models amb les mateixes característiques o superiors.

A més a més, a continuació es podrà observar una taula amb les característiques de diferents impressores, en la qual es podrà veure que altres models amb millors estructures de material d'alumini o acrílic no distaran del preu de la escollida per realitzar aquest treball.

Per acabar, s'ha de dir que no és una mala opció, ja que per un ús domèstic pot complir la seva funció amb bons resultats. A més que entre les peces i instruccions de muntatge que són proporcionats al usuari, hi consta un kit de muntatge amb diferents eines que permetran realitzar-lo sense cap problema.

### -Estudi econòmic:

El cost que tindrà l'impressora dependrà dels components que la conformen i el material que es voldrà utilitzar per realitzar les impressions. En aquest cas, com es treballa amb un model real se sap exactament el cost que aquesta comporta.

Com s'ha pogut observar en apartats anteriors, on s'exposaven algunes de les impressores que hi han disponibles al mercat, el preu que aquesta comporta és de 160 euros, sense tenir en compte gastos d'enviament, ja que es va realitzar mitjançant una pàgina web que si supera un cert preu o s'esta suscrit, en alguns productes no s'han de pagar.

Un cost que pot variar en funció del nombre de peces que es vulguin crear és el del preu del filament, ja que es necessitarà més o menys quantitat d'aquest producte.

- Comparativa de costos dels filaments:

<b>Filament (1kg, 1.75mm)</b>	<b>Cost (€)</b>
AmazonBasics filament PETG	21.44
SUNLU ABS blanc	19.99
eSUN ABS filament	20.99
Verbatim ABS filament	24.99
SIENOC ABS	17.99
Prima Filaments ABS	19.90
SUNLU PETG	23.99
Eono PLA filament	38.00
Xingtong Zhi Lian Technology PLA	20.99
Geeetech Filament PLA	23.99
3D Warhorse ABS	19.99

\*Tots els preus han estat obtinguts de la pàgina Amazon.

Es pot observar que els més barats solen ser els filaments ABS, en comparació als PETG i PLA. Concretament, el més barat de tots és el SIENOC ABS, mentre que el més car amb una diferència notable, com es pot verure, és el Eono PLA filament.

Un aspecte a comentar és que la propia companyia de l'impressora escollida, Geeetech, disposa de diversos filaments per ser utilitzats per aquestes tecnologies.

En conclusió, la majoria de preus estan al voltant dels 20 euros, menys els que divergeixen en gran mesura.



- Estimació del pressupost:

Per tal de realitzar aquesta tasca, es suposarà un ús domèstic de la impressora, sense disposar d'uns grans fons de diners per invertir en aquesta tecnologia. Per tant, s'escollirà l'opció més econòmica d'entre les que s'han analitzat.

A més a més, la quantitat de filament que s'adquirirà serà 2kg per ser utilitzats i tenir-ne de reserva. D'altre banda, tenint en compte algun dels inconvenients que aquesta comportava, s'haurà d'adquirir un lubricant per assegurar el bon funcionament de la màquina.

Producte	Cost (€)
Geeetech Prusa I3 Pro W	160.00
Filament SIENOC ABS	17.99
Lubricant de silicona WD-40 Especialista	4.99
<b>Total</b>	<b>182.98</b>

- Comparativa final:

Impresores	Cost (€)	Materials d'impressió	Volum d'impressió	Velocitat d'impressió	Material estructural	Voltatge	Pes net
<b>Geeetech Prusa I3 pro W</b>	160	-ABS. -PLA. -Flexible PLA	200 x 200 x 180 mm	100mm/s	Fusta	110V 220V	7.56kg
<b>CTC A8</b>	120	-ABS. -PLA. -HIP.	220*220* 240mm	40-120mm/s	Fusta	110V 220V	8.24kg
<b>Tronxy X1</b>	110/ 120	-ABS. -PLA.	150x150x 150 mm	40-120mm/s	Alumini	110V 220V	3.5kg
<b>Taràntula pro</b>	200	-PLA. -ABS. -PETG. -Fusta. -Filaments flexibles.	235x235x 250mm	150mm/s	Alumini	220V 250V	6.5kg
<b>Geeetech Prusa I3 Pro B</b>	160/ 300	-ABS. -PLA.	200x200x 180mm	40-120mm/s	Acrílic	110V 220V	7.56kg
<b>Pxmalion Mini desktop</b>	100	-PLA.	120 x 120x 150 mm	60mm/s	Alumini	100V 240V	3.8kg

## **- Elecció de la millor tecnologia de la comparativa:**

Per començar, entre les tecnologies que s'han estudiat es pot observar que els valors d'algunes característiques són semblants o no varien en gran mesura entre elles, com pot ser el voltatge o la velocitat d'impressió (exceptuant la Pxmation Mini Desktop).

No obstant, els valors que fan decantar cap a una decisió o una altre són el preu, materials amb els que permet imprimir (depenent de l'ús que se li vulgui donar) i el volum d'impressió (a part de la velocitat d'impressió).

Es pot veure que la Taràntula Pro, tot i ser una de les que presenta un preu més elevat, mostra un ampli ventall de materials que es poden utilitzar com a filament d'impressió. Permetent a l'usuari realitzar una gran varietat de dissenys i productes.

A més a més, el seu volum d'impressió destaca d'entre les estudiades, amb els valors de 235x235x250mm. Aquest mateix fet també passa amb la velocitat d'impressió, que és de 150mm/s, permetent enllestir la peça amb una major rapidesa que la resta.

Pel que fa el material estructural, aquesta està formada d'alumini, encarint el preu de la tecnologia. No obstant, es un bon material per constituir la màquina, ja que proporcionarà estabilitat i resistència a l'estructura que altres materials no podran dotar. S'ha d'afegir que el seu pes no és tant elevat com altres, permetent un transport més lleuger de la mateixa.

Si es busca una impressora amb un bon rendiment, funcionalitat, i propietats, a més de disposar d'un pressupost elevat, aquesta seria la més recomanable.

D'altre banda, si no es disposés d'aquesta quantitat de diners i es volgués per un ús més domèstic sense imprimir gran varietat d'objectes, una altre bona opció seria la Tronxy X1.

Aquesta seria una bona opció ja que, a part de que el seu material estructural també és alumini com la Taràntula Pro, el seu preu és dels més baixos i pesa relativament poc pel que pot oferir. A més a més es una bona opció per la seva velocitat d'impressió, igualant a molts altres models i inclús superant-los.

No obstant, algun aspecte que podria frenar la tria d'aquest model seria els materials que pot fer servir per dur a terme la seva tasca i el volum d'impressió que aquesta permet.

En conclusió, una vegada observats els diferents aspectes de cada impressora, la més adient, però també comptant amb un cost més elevat, és la Taràntula Pro. Si es busca un ús menys professional i es vol fer una primera presa de contacte amb aquestes noves tecnologies, la Tronxy X1 és una bona opció.

### **-Línies futures:**

Com s'ha comentat en altres apartats del treball, la tecnologia d'impressió 3D és una realtativament nova. Constantment s'estan ideant noves maneres d'imprimir i de millorar els mètodes i models que hi han a l'actualitat, així com els productes que es poden construir amb les mateixes.

Es tant l'avenç que pot aportar aquesta nova tecnologia que es considera com una de les causes d'una pròxima revolució en la fabricació. Un dels fets importants que ha generat aquesta afirmació es el cost que aquesta comporta, que s'ha anat reduint a mida que han anat transcorrent els anys. Actualment, s'estan desenvolupant diferents projectes relacionats amb aquestes màquines:

- Actualment, aquesta tecnologia s'esta començant a utilitzar i desenvolupar en l'àmbit de les edificacions, permetent així, construir edificis o habitatges. Reduint una part dels costos que comportaria realitzar una edificació normal o tradicional.



*Figura 22: Edificació impresa amb la tecnologia 3D. (Xataka, 2018)*

- La NASA està treballant en un prototip d'impressora 3D que sigui capaç d'imprimir els aliments dels astronautes.
- Un equip d'investigadors del Australia's Victorian Organic Solar Cell Consortium (VICOSC), han aconseguit imprimir cèl·lules fotovoltaïques en format A3.

- En altres productes els quals es puguin necessitar recanvis, no seria necessari tenir stock de tots i cadascun dels components. S'esta ideant la manera de poder contactar amb les impressores 3D via internet, informant dels components que falten o presenten errors i aquesta els imprimeixi, per ser enviats posteriorment (evitant viatges del client o necessitat de magatzems per poder complir amb el stock).
- Creació de productes únics cap a les persones, referit a objectes com: auriculars adaptats a la morfologia de l'orella de cadascú, pròtesis en funció de les necessitats del pacient, ...
- En alguns sectors industrials es podran incorporar per tal d'agilitzar el procés de fabricació o bé complementar-lo, amb la possibilitat d'incorporar elements o components amb morfologies més complexes que els que es podien realitzar anteriorment a l'utilització de les impressores.

## Bibliografia

- Amazon. (29 de Abril de 2018). *CTC A8 iMPRESORA 3D*. Obtenido de <https://www.amazon.es/CTC-impresora-impresi%C3%B3n-materiales-estructura/dp/B07CNJP89M>
- Amazon. (23 de Febrer de 2019). *Pxmalion Mini Desktop*. Obtenido de <https://www.amazon.es/Pxmalion-Impresora-Cantilever-detecci%C3%B3n-filamentos/dp/B07L6C63MS>
- Amazon. (2 de Juny de 2020). *Motor Nema MK8 doble extrusor impresora 3D*. Obtenido de <https://www.ebay.es/itm/MK8-dual-Extruder-Nema-motor-3D-Printer-Makerbot-Prusa-I3-using-Dual-Print-head-/183500735952>
- Amazon. (s.f.). *Geeetech MK8 Extruder For Prusa I3*. Obtenido de <https://www.amazon.es/Geeetech-MK8-Extruder-Prusa-Printer/dp/B06X9KNXZC>
- Amazon. (s.f.). *TEVO Tarantula Pro 3D impresora DIY*. Obtenido de <https://www.amazon.com/-/es/Tarantula-Impresora-Extrusi%C3%B3n-Filamento-construcci%C3%B3n/dp/B07SBSQ9ZR>
- Banggood. (s.f.). *Geeetech Prusa I3 Pro W DIY*. Obtenido de <https://es.banggood.com/Geeetech-Prusa-I3-Pro-W-DIY-3D-Printer-200x200x180mm-Printing-Size-Support-Wi-Fi-Connect-p-1166697.html>
- Banggood. (s.f.). *Tronxy x1 DIY kit*. Obtenido de [https://es.banggood.com/TRONXY-X1-Desktop-DIY-3D-Printer-Kit-150150150mm-Printing-Size-1\\_75mm-Support-Off-line-Print-p-1161863.html](https://es.banggood.com/TRONXY-X1-Desktop-DIY-3D-Printer-Kit-150150150mm-Printing-Size-1_75mm-Support-Off-line-Print-p-1161863.html)
- Bitfab. (2020). *Las partes de una impresora 3D*. Obtenido de <https://bitfab.io/es/blog/partes-impresora-3d/>
- Bitfab. (2020). *Tipos de impresoras 3D*. Obtenido de <https://bitfab.io/es/blog/tipos-de-impresoras-3d/>
- C., L. (29 de Juliol de 2019). *3D natives*. Obtenido de <https://www.3dnatives.com/es/inyeccion-aglutinante-te-lo-contamos-23032016/>
- Desertcart. (s.f.). *Pxmalion Mini Desktop 3d printer*. Obtenido de <https://www.desertcart.com.kw/products/107574398-pxmalion-mini-desktop-3d-printer-cantilever-design-heat-bed-auto-level-filament-run-out-detection-sensor-easy-assembly-40-gram-pla-filament-sample>
- E-ika. (s.f.). *Kit impresora 3D Geeetech Prusa i3 Pro B*. Obtenido de <https://www.e-ika.com/kit-impresora-3d-geeetech-prusa-i3-pro-b>

- Gearbest. (s.f.). *Tronxy X1*. Obtenido de [https://m-es.gearbest.com/3d-printers-3d-printer-kits/pp\\_494192.html](https://m-es.gearbest.com/3d-printers-3d-printer-kits/pp_494192.html)
- Gochollos. (s.f.). *Acrylic Prusa i3 pro B*. Obtenido de <https://www.gochollos.com/gadget/acrylic-prusa-i3-pro-b-impresora-3d-159-e/>
- Impresora D3D. (6 de març de 2019). *Impresora D3D*. Obtenido de <http://impresorad3d.com/impresoras-3d-historia/>
- Impresoras3D.com. (1 de Gener de 1970). *SLS y SLA: que son y en que se distinguen*. Obtenido de <https://www.impresoras3d.com/sls-y-sla-que-son-y-en-que-se-distinguen/>
- Impresoras3D.com. (1 de Gener de 2018). *Breve historia de la impresión 3D*. Obtenido de <https://www.impresoras3d.com/breve-historia-de-la-impresion-3d/>
- IngenioTriana blog. (7 de Octubre de 2018). *Impresora 3D DLP*. Obtenido de <http://ingenio-triana.blogspot.com/2018/10/impresora-3d-dlp.html>
- Kilo3Dental. (28 de Julio de 2016). *Kilo3Dental*. Obtenido de <https://kilo3d.com/como-imprimir-en-3d-con-doble-extrusor/>
- Replicant 3D. (22 de Agost de 2016). *Tecnologías de impresión 3D*. Obtenido de <http://replicant3d.com/tag/sls/>
- Restrepo, S. S. (9 de Novembre de 2017). *3D natives*.
- Restrepo, S. S. (4 de Septiembre de 2019). *3D natives*. Obtenido de <https://www.3dnatives.com/es/sinterizado-directo-de-metal-por-laser-les-explicamos-todo/>
- Tecnycopia. (2018). *Tipos de impresoras 3D*. Obtenido de <https://tecnycopia.es/tipos-impresoras-3d/>
- Tresdpro. (10 de Octubre de 2019). *¿Qué material utilizan las impresoras 3D?* Obtenido de <https://tresdpro.com/que-material-utilizan-las-impresoras-3d/#METAL>
- Tu mundo 3d. (s.f.). *Geeetech prusa i3 pro W*. Obtenido de <https://tumundo3d.com/impresora-3d/geeetech/prusa-i3-pro-w/>
- Wikipedia. (5 de Juliol de 2019). *Proyecto RepRap*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto\\_RepRap](https://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto_RepRap)

Creus, G.-L. R. (s.f.). *OBS Business School*. Obtenido de Impresoras 3D, ¿Qué uso le daremos en el futuro?: <https://obsbusiness.school/es/blog-investigacion/innovacion/impresoras-3d-que-uso-le-daremos-en-el-futuro>

Xataka. (27 de Octubre de 2018). *Las primeras casas por impresión 3D de España*. Obtenido de <https://www.xataka.com/otros/primeras-casas-impresion-3d-espana-estan-marcha-estos-retos-a-que-se-enfrentan>